

1/1 PLUSPAT · (C) QUESTEL·ORBIT· image  
PN · JP6062450 A 19940304 [JP06062450]  
TI · (A) SELF-ROUTING OPTICAL SWITCH AND OPTICAL SWITCH ARRAY  
PA · (A) HITACHI LTD  
PA0 · (A) HITACHI LTD  
IN · (A) INOUE HIROAKI; SANO HIROHISA; KIRIHARA TOSHIO; NISHIMURA  
SHINJI;

OGAWA MARI; ISHIDA KOJI

AP · JP21121192 19920807 [\*\*\*1992JP-0211211\*\*\*]

PR · JP21121192 19920807 [1992JP-0211211]

STG · (A) Doc. Laid open to publ. Inspec.

AB · PURPOSE: To acquire the information on an optical exchange which has a high function and large capacity by securing the connection of an optical path to which the information signal light is outputted in accordance with the presence or absence of the address signal light multiplexed with the information signal light in terms of the wavelength.

· CONSTITUTION: A switching area 3 and an optical waveguide 6 are formed on an InP substrate. The width of the waveguide 6 is set at 4. $\mu$ m with a Y-shaped optical waveguide branching angle set at 7 deg. respectively. The semiconductor laser light having the wavelength of 1.31. $\mu$ m is made incident on an input terminal 11 of an optical switch as an information signal. Then the semiconductor pulse light having the wavelength of 1.27. $\mu$ m is superposed on the semiconductor laser light as the address signal light. When the optical intensity of the address signal light is low, the information signal light is almost radiated through an output terminal 12. When the intensity of the address signal light is increased, the optical intensity of the information signal light received from the terminal 12 is reduced and radiated through an output terminal 13. The information signal light is completely switched to a radiation terminal 13 from the radiation terminal 12 with incidence of the address signal light of about 0dBm. Thus the inserting loss and the crosstalk value are set at 5dB and -25dB respectively to secure the performance almost equal to a conventional optical switch.

· COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-62450

(43)公開日 平成6年(1994)3月4日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 4 Q 3/52

識別記号

1 0 1 B

庁内整理番号

9076-5K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数9(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-211211

(22)出願日 平成4年(1992)8月7日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 井上 宏明

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 佐野 博久

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 桐原 俊夫

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

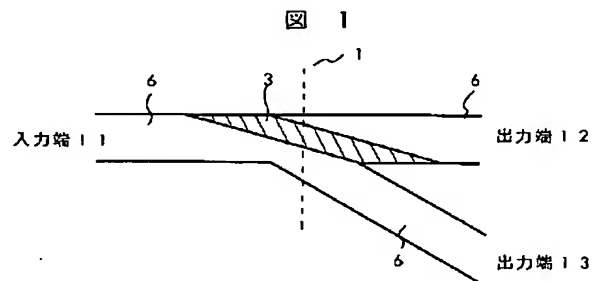
(54)【発明の名称】 セルフルーティング光スイッチ及び光スイッチアレイ

(57)【要約】

【目的】本発明は、交換機を通して接続されるべき情報信号光に複数の異なる波長を持つ宛先信号光を重畳し、情報信号光の信号速度、変調形態に依存しないセルフルーティング機能を持つ光スイッチ及び光スイッチアレイを提供するものである。

【構成】図1に示すように、導波路を形成する半導体材料とは異なる吸収端波長を持つ半導体材料を光スイッチのスイッチング機能を持つ領域に配置し、宛先信号光のみを吸収させ情報信号光の感じる屈折率を変化させる。これにより情報信号光の信号内容には何らの影響を与えず、出力端を切り替えることができる。

【効果】これにより光スイッチへの外部からの制御信号無しで、光波が持つ自身の光信号で光路を決定するセルフルーティング機能を実現することを可能とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】化合物半導体を用いた導波路型光スイッチにおいて、情報を持つ情報信号光に波長多重して重畳された宛先情報を持つ宛先信号光の有無に応じ、前記情報信号光が出力されるべき光路の接続を行うことを特徴とするセルフルーティング光スイッチ。

【請求項 2】前記情報信号光の波長が多重された宛先信号光の波長より長波長であることを特徴とする請求項 1 記載のセルフルーティング光スイッチ。

【請求項 3】前記光スイッチ及び光スイッチアレイにおいて、光路の接続を一定時間維持して上記情報信号光の接続を完了する時間幅より長い時間幅の前記宛先信号光が上記情報信号光に波長多重されていることを特徴とする請求項 2 記載のセルフルーティング光スイッチ。

【請求項 4】前記宛先信号光の一部または全部が光路の切り替えを行う領域の一部において吸収され該部分の屈折率変化を誘起することにより実現されることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載のセルフルーティング光スイッチ。

【請求項 5】前記多重化された宛先信号光が少なくとも 2 以上であることを特徴とする請求項 2, 3 又は 4 記載のセルフルーティング光スイッチ。

【請求項 6】前記光スイッチの屈折率変化が誘起される部分の少なくとも一部に多重量子井戸構造を持つことを特徴とする請求項 2, 3, 4 又は 5 記載のセルフルーティング光スイッチ。

【請求項 7】化合物半導体を用いた導波路型光スイッチにおいて、情報を持つ情報信号光に波長多重して重畳された宛先情報を持つ宛先信号光の有無に応じ、上記情報信号光が出力されるべき光路の接続を行う光スイッチを多段接続して構成したセルフルーティング光スイッチアレイ。

【請求項 8】光スイッチを m 段接続して構成された前記光スイッチアレイの n 段目の光スイッチのスイッチング領域の吸収端波長を  $\lambda_n$ 、n 段目の光スイッチで用いる情報信号光に多重化される宛先信号光の波長を  $\lambda_{an}$ 、情報信号光の波長を  $\lambda_s$  とすると、これらの波長が  $\lambda_{a1} < \lambda_1 < \lambda_{a2} < \lambda_2 < \dots < \lambda_{an} < \lambda_n < \dots < \lambda_{am} < \lambda_m < \lambda_s$  の関係が成り立つように設定されていることを特徴とするセルフルーティング光スイッチアレイ。

【請求項 9】請求項 1 記載のセルフルーティング光スイッチを用いて構成した光交換機。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光情報処理、光通信システムにおける光部品に係り、特に広帯域高速の光信号を交換する大容量光交換機に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の半導体導波路型光スイッチ及び光

スイッチアレイ、光交換機に用いられる集積された半導体導波路型光スイッチについてはアイトリプルイー、ジャーナル オン セレクティッド エリアズ イン コミュニケーション 第 6 巻、第 1262 頁 - 第 1266 頁、1988 年 [IEEE Journal on Selected Areas in Communications, J-SAC-6, pp 1262-1266, 1988] に記載されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、導波路型光スイッチの素子長を短くし、半導体基板上への大規模な集積を可能とする手法としてキャリア注入方式及び片渡り交差型又は両渡り交差型構造を提案し、大規模集積化に適し、光交換機の大容量化に好適な小型の光スイッチアレイを実現している。しかし、情報信号の宛先を識別し、光スイッチアレイの入出力端を接続する手法に関しては、全く配慮がされておらず、通常情報信号内に含まれている宛先を一旦電気信号に変換し、それを読み取り、宛先にしたがって光スイッチアレイの駆動回路を動作させる必要があった。このため信号速度が増大すると、大容量の情報交換する交換機に適用する際、制御駆動回路が複雑となるので、一層の大規模、高密度集積化が困難であるといった問題があった。

【0004】本発明の目的は、上記課題を解決し、情報信号内に含まれる宛先情報をもとに情報信号自身を宛先出力端へ自動的に出力する新規な機能（セルフルーティング機能）を有する光交換機用光スイッチ及び光スイッチアレイを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的は、少なくとも情報信号光に重畳された宛先信号光を用いて、光スイッチの接続を制御することにより達成される。

【0006】

【作用】化合物半導体材料にキャリア（電子及びまたは正孔）を注入すると、半導体内のキャリア密度が注入された領域で変化し、このキャリア密度変化に応じた屈折率変化が生じる。従来例にあるキャリア注入型光スイッチではスイッチングを行う領域に p n 接合を形成し、電流を流すことにより該スイッチング領域のキャリア密度即ち屈折率を変化させている。本発明では該スイッチング領域に情報信号光に多重化された情報信号光とは異なる波長の宛先信号光のみを吸収させ、該領域のキャリア密度（屈折率）を情報信号光が通過するのに十分な時間だけ変化させる。即ち、接続したい情報信号光の持続時間と同じかそれを含むより長い時間だけ変化させる。これにより、スイッチ部に外部印加信号で特別な宛先制御をすることなく光スイッチを動作させることができるので、情報信号光のセルフルーティングが可能となる。さらにこの光スイッチを多段に接続し、光スイッチアレイを構成するためには次段の光スイッチのスイッチング領域の光吸収端波長が前段の光スイッチのスイッチング領

域における光吸収端波長より長く情報信号光の波長より短くなるように設定すれば、多段構成が可能となりセルフルーティング光スイッチアレイが容易に実現できる。即ち、情報信号光の波長を $\lambda_s$ とし、多段（仮りに $m$ 段とする）構成された光スイッチアレイの $n$ 段目のスイッチング領域の吸収端波長を $\lambda_n$ 、 $n$ 段目の光スイッチで用いる情報信号光に多重化される宛先信号光の波長を $\lambda_{an}$ とすると、

$$\lambda_{a1} < \lambda_1 < \lambda_{a2} < \lambda_2 < \dots < \lambda_{an} < \lambda_n < \dots < \lambda_{am} < \lambda_m < \lambda_s$$

の関係が成り立つように設定すれば良い。ここで、スイッチング領域の吸収スペクトル特性を急峻にするため、少なくとも該領域に多重量子井戸、量子細線、量子箱等量子サイズ効果を持つ構造を導入すれば、波長間隔が密にできるので本光スイッチアレイの一層の大容量化が可能となる。また上記量子サイズ効果は、キャリア密度変化に対してバルク材料に比べて大きな屈折率変化を生じさせるので高効率化も達成できる。

【0007】

【実施例】実施例 1

本実施例では、図 1 に示した Y 型光スイッチを構成した。図 2、図 3 に図 1 の破線 1 で示した部分の断面図の例を示している。本実施例では InP 基板 2 上に、MOCVD 法を用い、スイッチング領域 3 となる InGaAsP 光吸収層 3 1（吸収端波長 $\lambda_o = 1.29 \mu m$ ）を成長した後、スイッチング領域 3 部分のみを残して他の InGaAsP 光吸収層 3 1 を除去した。この後、MOCVD 法の選択成長技術を用いて上記光吸収層 3 1 を取り除いた部分に選択的に InGaAsP 光導波層 4（吸収端波長 $\lambda_g = 1.15 \mu m$ ）を形成した。次に、通常のリソグラフィ技術とエッチング技術により図 1 に示した形状の光導波路 6 を形成した。形成した光導波路 6 の幅は  $4 \mu m$  であり、Y 字型の光導波路分岐角は  $7^\circ$  である。最後に、InP クラッド層 5 による埋込成長を行った。

【0008】作製した光スイッチの入力端 1 1 に波長  $1.31 \mu m$  の半導体レーザ光を情報信号として入射した。この入射光に宛先信号光として波長  $1.27 \mu m$  の半導体レーザパルス光を重畳し、出力端 1 2、1 3 から出射される光を測定した。宛先信号光の光強度が弱いとき、情報信号光はほとんど出力端 1 2 から出射されていたが、宛先信号光の光強度を増していくと、次第に出力端 1 2 から出射される情報信号光の光強度が減少し、出力端 1 3 から出射されるようになった。約  $0 dBm$  の宛先信号光を入射させたとき情報信号光の出射端 1 2 は出力端 1 3 にほぼ完全に切り換わり、挿入損失及び漏話量は各々  $5 dB$ 、 $-25 dB$  であった。この値は電流注入によって駆動される従来例にある光スイッチに比べて遜色なく本発明の原理である情報信号光と宛先信号光の波長多重による光スイッチのセルフルーティング機能が確認できた。

【0009】本実施例では光導波路の断面構造として図 2 に示した埋込型光導波路構造を用いたが、図 3 に示したように InGaAsP 光吸収層 3 2 が InGaAsP 光導波層 4 内に埋め込まれた形状を用いてもよい。このとき、導波光が感じる等価的な屈折率が InGaAsP 光吸収層 3 2 が部分的に InGaAsP 光導波層 4 内に存在しても、ほぼ等しくなるように寸法を設定すれば、宛先信号光が入射していないときの情報信号光の出力端 1 3 への漏れが少なくなるので、光スイッチの特性が向上する。また、図 2、図 3 では埋込型光導波路構造を用いているが、通常よく用いられる光導波路の構造であるリッジ型、装荷型、BH 型、CSP 型等の屈折率導波型光導波路構造を用いても同様の効果が得られることは言うまでもない。又、半導体材料として InGaAsP 系を用いているが、他の半導体材料系たとえば GaAlAs 系、InGaAlAs 系等の III-V 族系や II-VI 族系を用いても同様の効果が得られる。

【0010】実施例 2

本実施例では実施例 1 の Y 型光スイッチに換えて、図 4、図 5 に示した X 型及び片渡り交差型の光スイッチを構成した。光導波路の構造は実施例 1 と同様である。作製した図 4 の X 型光スイッチの入力端 4 1、4 2 に実施例 1 と同様に情報信号光及び宛先信号光を入射させて出力端 4 3、4 4 から出射される光の特性を調べた。また、図 5 の片渡り交差型の光スイッチにおいても入力端 5 1 に情報信号光及び宛先信号光を入射させて出力端 5 2、5 3 から出射される光の特性を調べた。その結果、実施例 1 と同様の結果が得られ、本発明が光スイッチの構成法に依存せず、有効であることが確認できた。

【0011】実施例 3

本実施例では実施例 1 及び実施例 2 で述べた光スイッチを図 7 の形状に配置し、光スイッチアレイを構成し、セルフルーティングの基本機能確認を行った。構成を簡単に説明するため実施例 1 及び実施例 2 で詳述した本発明の光スイッチ 1 0 0 を模式的に図 6 のように書き表わす。入力端 6 0 から入射した情報信号光は宛先信号光が存在するとき出力端 6 1 から出射され、宛先信号光が無いとき出力端 6 2 から出射される。この光スイッチを図 7 の 3 段構成でアレイ配置し、入力端 7 0 から情報信号光と宛先信号光を波長多重した光波を入射した。本実施例では多段構成を用いているため、1 段目の光スイッチ 1 1 1 のスイッチング領域にある光吸収層の吸収端波長 $\lambda_1$ 、2 段目の光スイッチ 1 2 1、1 2 2 のスイッチング領域にある光吸収層の吸収端波長 $\lambda_2$ 及び 3 段目の光スイッチ 1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4 のスイッチング領域にある光吸収層の吸収端波長 $\lambda_3$ は、

$$\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$$

の関係になっている。ここで宛先信号光として出力端 7 1 から 7 8 の適当な出力端へ情報信号光を出射するため、図 8 に示した関係にある波長多重化された光を用い

た。ここで図 8 中の [0] は対応する波長の光が多重されていないことを示し、[1] は多重されていることを示している。即ち、3 波の有無の b i t 構成による宛先コードが出力端の対応する宛先 b i t 番号（出力端コード）と対応するようになっている。この結果、宛先信号光が多重化された情報信号光はセルフルーティングされ対応する宛先出力端へ自動的に導かれ、出射される。このときの情報信号光の波長  $\lambda_s$ 、各段での光スイッチで用いる情報信号光に多重化される宛先信号光の波長を  $\lambda_{a1}$ 、 $\lambda_{a2}$ 、 $\lambda_{a3}$  とすると、

$$\lambda_{a1} < \lambda_1 < \lambda_{a2} < \lambda_2 < \lambda_{a3} < \lambda_3 < \lambda_s$$

の関係が成り立っている。

【0012】本実施例では、光スイッチアレイとして 3 段構成のトリート構造について述べたが、4 段以上の構成でも、またトリート構造以外のクロスバー、簡略型トリート、パッチャ、バンヤン等のアレイ構成でも同様に効果があることは言うまでもない。

【0013】

【発明の効果】本発明によれば、小型で、自分自身の持つ宛先信号に従って該出力端に情報信号光が出力するという新しい機能（セルフルーティング機能）を持った光スイッチ及び光スイッチアレイが提供できるので、新たな光情報処理及び通信システムにおける高機能、大容量な光交換機の構築を可能とする。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例 1 の導波路構造図。

【図 2】実施例 1 の導波路構造断面の一例を示す図。

【図 3】実施例 1 の導波路構造断面の他の一例を示す

図。

【図 4】実施例 2 の導波路構造の一例を示す図。

【図 5】実施例 2 の導波路構造の他の一例を示す図。

【図 6】本発明の光スイッチを模式的に示す図。

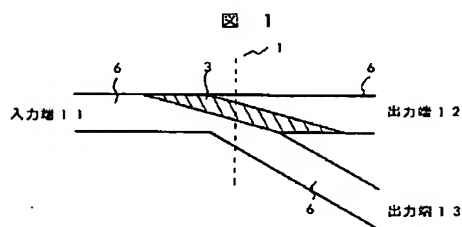
05 【図 7】実施例 3 の光スイッチアレイ構成の一例を示す図。

【図 8】実施例 3 セルフルーティング機能の動作を説明する図。

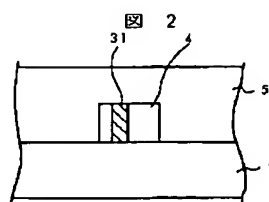
【符号の説明】

- 10 1…断面構造図の位置を示す破線、2…InP基板、3…スイッチング領域、4…InGaAsP光導波層、5…InPクラッド層、6…光導波路、11…実施例 1 の入力端、12、13…実施例 1 の出力端、31、32…InGaAsP吸収層、41…実施例 2 の X 交差型光スイッチの入力端、42、43…実施例 2 の X 交差型光スイッチの出力端、51…実施例 2 の片渡り交差型光スイッチの入力端、52、53…実施例 2 の片渡り交差型光スイッチの出力端、60…実施例 3 の模式的に示した光スイッチの入力端、61、62…実施例 3 の模式的に示した光スイッチの出力端、70…実施例 3 の模式的に示した光スイッチの入力端、71、72、73、74、75、76、77、78…実施例 3 の模式的に示した光スイッチの出力端、100…実施例 3 の模式的に示した光スイッチ、111…実施例 3 の光スイッチアレイの 1 段目の光スイッチ、121、122…実施例 3 の光スイッチアレイの 2 段目の光スイッチ、131、132、133、134…実施例 3 の光スイッチアレイの 3 段目の光スイッチ。

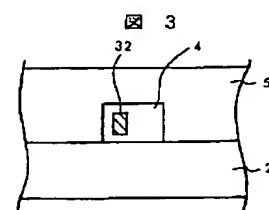
【図 1】



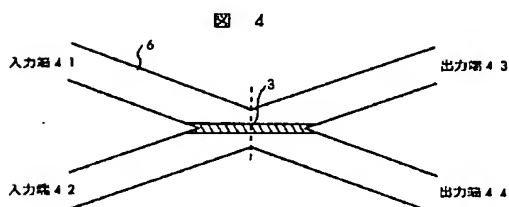
【図 2】



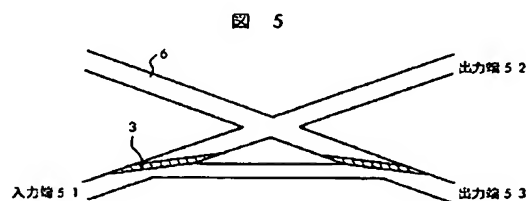
【図 3】



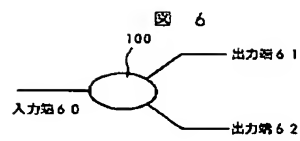
【図 4】



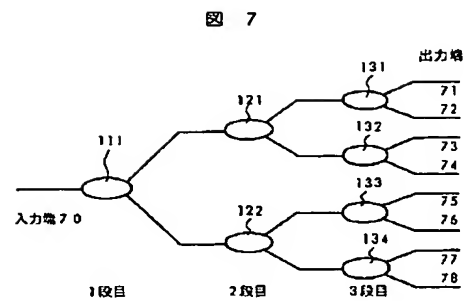
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

図 8

	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$
出力端 71	1	1	1
72	1	1	0
73	1	0	1
74	1	0	0
75	0	1	1
76	0	1	0
77	0	0	1
78	0	0	0

フロントページの続き

(72)発明者 西村 信治  
東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

35 (72)発明者 小川 真里  
東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 石田 宏司  
東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地  
株式会社日立製作所中央研究所内